TOYODA
「提案と創造」
ニーズで選べる高性能CBNホイール。
特長
●多様な素材に仕様選定が可能
●各種加工方法に対応可能
●高精度、高能率研削加工を実現
http://www.tvmk.co.jp/
ダイヤモンド工具製造販売　ISO 9001・14001認証取得
豊田バンモップス株式会社　〒444-3594 愛知県岡崎市舞木町字城山1-54　TEL.0564-48-5311 FAX.0564-48-6156
JTEKT Koyo TOYODA

精度じしん
0.1μm以下の世界での実用加工例
φ28 SUJ材 外径研削 表面あらさ0.04μmRa 真円度0.052μm
新たな設計概念にもとづく高品位センタレス研削盤
UG-250-Ⅱ
株式会社 日進機械製作所
本社工場 〒431-3195 浜松市東区有玉西町300
TEL053−471−9151 FAX053−471−1289
URL http://www.nissin-cg.co.jp/

精密輪郭研削加工実現のためのアプローチ

岡山大学 産学官融合センター長　産学官連携推進産学官連携機構 研究推進産学官連携機構
藤原 貴典

マシニングセンター（ＭＣ）の高精度化、高剛性化によって、砥石（といし）を用いる研削加工を簡便に実施できるようになってきた。研削加工工具は砥石摩耗の少ない立方晶窒化ホウ素（ｃＢＮ）砥石やダイヤモンド砥石を工具ホルダーに固定しておけば、自動工具交換装置によって切削工具と共存できる。特に硬質材料の切削加工では切削工具の損傷が大きくなるので、研削加工の利用により高精度かつ高能率な加工を実現できる利点は大きい。また複雑な曲面からなる金型や機械部品の加工に対する市場の要求も強く、加工の自由度が高い３軸あるいは５軸のＭＣで研削加工を実施することはビジネスチャンスをつかむ上でも有効である。

研削抵抗の変化が寸法精度に影響

グラインディングセンター上で行う研削加工ではｃＢＮ砥石による焼き入れ鋼などの硬質材料の加工に加えて、ダイヤモンド砥石を用いることで超硬材料の加工も比較的容易に実施できる状況にある。ここでは精密２次元輪郭研削加工を実現するためのアプローチとして、「研削抵抗一定制御加工法」を紹介する。

図１は砥石送り速度を一定（毎秒２・０ミリメートル）にして全周を加工した場合の研削抵抗変化過程を下側に、仕上げ面粗さを上側に示す。図中に工作物形状を示し、円筒外面、平面および円筒内面区間で構成されている。直径20ミリメートルのｃＢＮビトリファイド砥石（ｃＢＮ２２０Ｎ１８０ＶＰ）は最も長い平面区間から加工を開始する。工作物はＳＫ３焼き入れ材（Ｈｖ＝830）、砥石周速度は毎秒30・５メートル、砥石切り込み量は30マイクロメートル、研削幅は７ミリメートル、水溶性研削液流量は毎分８リットルである。

図１から、工作物曲率半径が異なると、研削抵抗も変化していることが分かる。平面区間での研削抵抗平均値は５・９ニュートンであるが、砥石と工作物の干渉長さが減少する円筒外面区間では抵抗が減少し、逆に砥石と工作物の干渉長さが増加する円筒内面区間では研削抵抗が著しく増加する。

したがって、研削系の弾性変形に起因する切り残し量も変動して寸法精度が劣化する。そして研削抵抗の増減に反比例するように、仕上げ面粗さＲｙは低研削抵抗区間で小さく、高抵抗区間では粗くなっている。このように工作物曲率半径変化を無視して輪郭研削を行うと、研削抵抗の変動に伴って研削結果も変化することが明らかである。

そこで、砥石半径を工作物曲率半径で除した曲率半径比で**図２**の研削抵抗を整理すると、マイナスになる円筒内面区間で研削抵抗が大きく、ゼロになる平面区間では小さく、さらにプラスになる円筒外面区間は曲率半径比が大きくなるほど研削抵抗が減少する。このことから、砥石送り速度を組織的に変化させて実験を行うと、曲率半径比に対して、送り速度と研削抵抗の関係が得られる。実験式はあまり複雑ではないので、数値制御（ＮＣ）プログラム中に工作物半径を引数とした送り速度設定のための関数を入力しておけば、所定の研削背分力が発生するよう砥石送り速度が自動的に設定されると言う利点がある。

砥石送り速度の最適化で均一な研削結果に

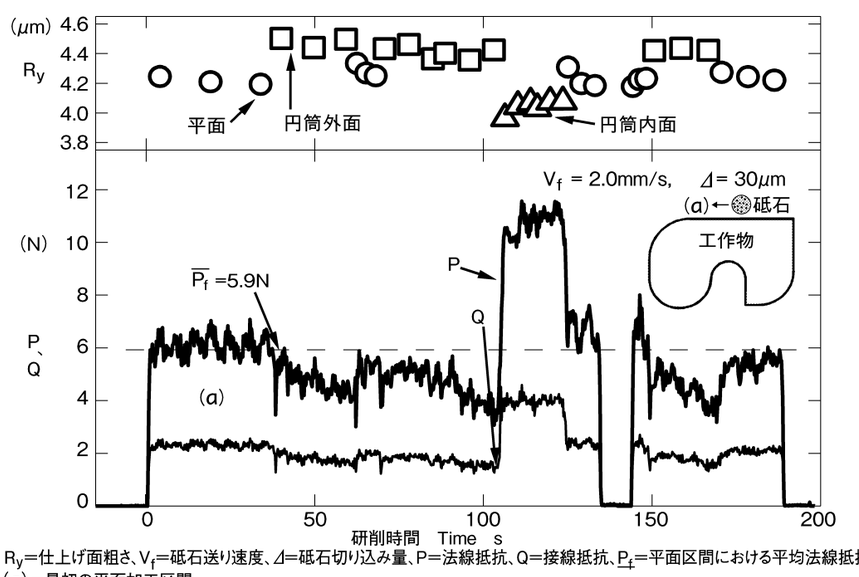
図２は、このようにして送り速度を最適化（毎秒１・33ミリ－２・27ミリメートル）することで得られた研削抵抗変化過程を下側に、仕上げ面粗さを中側に、区間ごとの砥石送り速度の変化を上側に示す。ここで、図２の平面区間での研削抵抗約６ニュートンを目標にした。図２から、明らかに工作物曲率半径の変化に従って、平面区間と比べて円筒外面区間では早く、逆に円筒内面区間では遅く砥石を送ることで、全区間を通して平均６・０ニュートンの研削背分力が得られている。このことから、研削系の弾性変形量に起因する切り残し量を平準化できているので、幾何学的な寸法精度は区間によらずほぼ一定に保たれている。

平均約２ニュートンの研削主分力からは研削仕事が全区間で均一で、研削熱の発生量も変化が少なく、したがって工作物の熱変形による加工誤差もほぼ一定であると考えられる。また、研削抵抗の平準化に伴い、仕上げ面粗さの変動が抑制され、工作物曲率半径によらず４・３マイクロメートルで一定している。

これらのことから、砥石送り速度を適切に制御することで、寸法精度と仕上げ面粗さの均一な研削結果を得ることができた。

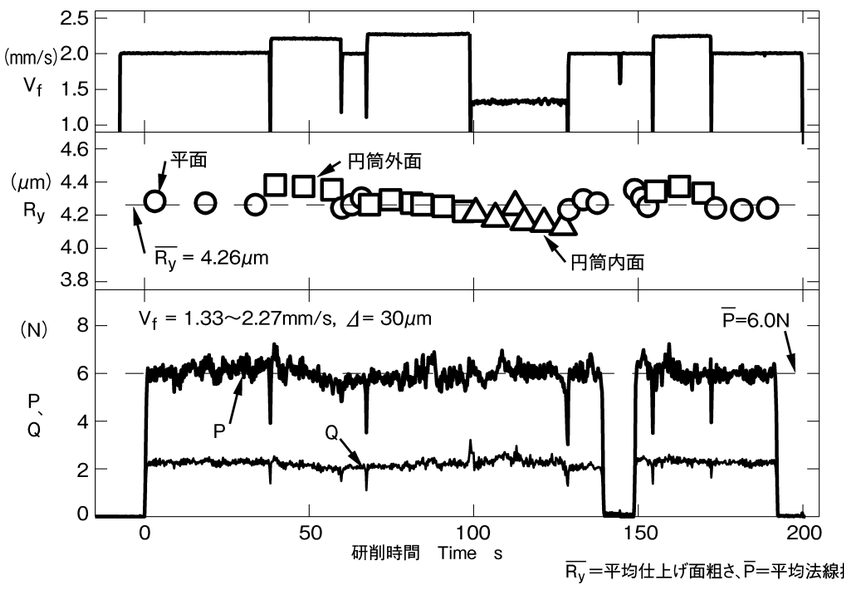
なお、本研究は大学院自然科学研究科・塚本真也教授および中島利勝名誉教授の指導を受けて実施したものである。

図１　送り速度一定制御加工法



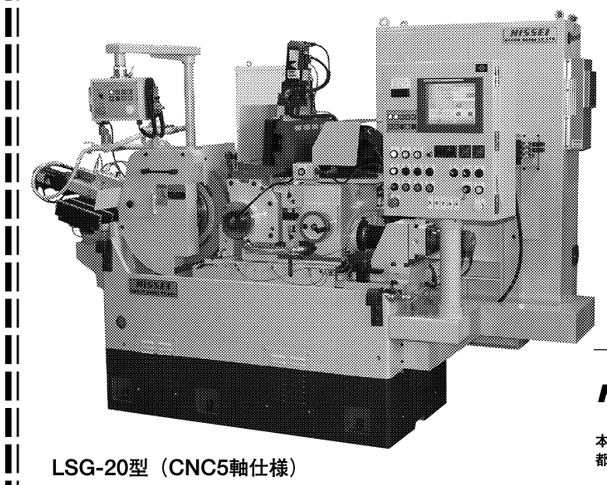
Ry＝仕上げ面粗さ、Vf＝砥石送り速度、Δ＝砥石切り込み量、P＝法線抵抗、Q＝接線抵抗、Pf＝平面区間における平均法線抵抗
(a)＝最初の平面加工区間

図２　研削抵抗一定制御加工法



R̄y＝平均仕上げ面粗さ、P̄＝平均法線抵抗

工作機械産業

静圧軸受型 CNCセンターレスグラインダー

LSG-20型（CNC5軸仕様）
● CNC3軸・5軸制御
● オートローダー
● 自動ドレス・切込み
砥石寸法 MSG-18型……φ455×150
LSG-20型……φ510×205
-20W型…φ510×250
※各種自動化対応致します。
NISSEI 日本精機株式会社
本社工場 浜松市南区恩地町1555番地 TEL(053)425-3008(代) FAX(053)426-0439 〒430-0814
都田技術センター 浜松市北区新都田四丁目3-2 TEL・FAX(053)428-5228 〒431-2103
http://www.nihon-seiki.co.jp

今日からモノ知りシリーズ
トコトンやさしい 溶接の本
安田克彦著 ●A5判 ●定価1470円(税込)
溶接技術は基幹産業を支える基礎技術の１つとして、自動車、情報機器、半導体製造などに欠かせない技術となっている。本書は、溶接技術と作業の全般を、図表、写真、イラストを豊富に使い、高校生でも理解できるレベルでわかりやすく解説する。
■目次
●溶接のイロハ／●溶接でできる仕事／●基礎的な溶接方法のいろいろ／●応用的な溶接方法／●人による溶接、ロボットによる溶接／●いろいろな材料の溶接と溶接設計／●溶接施工とその管理
日刊工業新聞社 〒103-8548東京都中央区日本橋小網町14-1 TEL03(5644)7410 http://pub.nikkan.co.jp/ FAX03(5644)7400